

Das Erfolgsgeheimnis des Internet

Piloty, Robert

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 2001 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.129-149



J. Cramer Verlag, Braunschweig

ROBERT PILOTY, Darmstadt

Das Erfolgsgeheimnis des Internet*

1. Das Internet als Phänomen

Kaum eine technische Entwicklung der letzten Jahrzehnte hat die Lebens- und Arbeitsweisen der Menschen in aller Welt so schnell und nachhaltig beeinflusst wie die vom Internet gebotenen neuen Kommunikationsformen. Das **Wachstum** des Internet sucht in der Technik seinesgleichen. Waren es 1990 noch ca. 1 Million Nutzer, so sind es heute inzwischen ca. 600 Millionen. Ihre Zahl steigt immer noch exponentiell um etwa 70% pro Jahr. Das Internet ist zum Anlaß für einen grundlegenden **Paradigmenwechsel** für unser kulturelles, wirtschaftliches und privates Leben geworden. Nicht zuletzt auf seiner Grundlage haben die Begriffe der **Wissensgesellschaft** und **Globalisierung** ihre heutige Bedeutung erlangt. Die Medien sind voll mit Hinweisen auf das Internet. Jede Firma, die etwas auf sich hält, hat ihre Homepage bzw. Internetadresse, die das Publikum jederzeit „besuchen“ kann. Die Suche nach IT Fachleuten mit der Green Card hat viel mit dem Internet zu tun. Werben, Einkaufen und Verkaufen über das Internet wird als die Geschäftsform der Zukunft angesehen. Auch die Politik mißt dem Internet größte Bedeutung zu. So kam sie **auf dem G8 Treffen des Jahres 2000** zu dem Schluß, daß **das 21. Jahrhundert entscheidend vom Internet geprägt** sein wird.

All das unterstreicht, daß die Entwicklung des Internet ein unglaublicher Erfolg ist, den in seinen Anfängen wohl niemand in dem Umfang vorausgesehen hat.

2. Das Internet als technisch/organisatorisches System

Das Erklärung für das Phänomen „Internet“, das Geheimnis seines überwältigenden Erfolges erschließt sich erst dann, wenn man das Internet als technisch/organisatorisches System betrachtet und verstanden hat, welche Leitideen seinen Aufbau und seine Entwicklung bestimmt haben und wodurch es sich von den klassischen **Telekommunikations (Tk)-Systemen** unterscheidet bzw inwieweit es über sie hinausgeht.

Die uns geläufigen elektrischen Telekommunikations-Systeme sind das Ergebnis einer beinahe 150-jährigen Entwicklung. Sie gehen auf die Erfindungen des ausgehenden 19. Jahrhunderts von Morse, Reis, Bell, Hertz, Marconi und vielen anderen zurück. Tk-Systeme nach dem Schema der Abb. 1 bestehen aus **Teilnehmerstationen (TnS)**, die an ein Verbindungsnetz angeschlossen sind. Mit Hilfe dieses Netzes können dann die Nutzer der TnS Verbindungen zu bestimmten **ausgewählten (adressierten)** Kommunikationspartnern herstellen, und anschließend Abb. 1 über diese Verbindungen Nachrichten **senden, empfangen** oder **austauschen**.

* Vortrag anlässlich der Verleihung der Gauss-Medaille durch die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft am 18. Mai 2001 in Braunschweig.

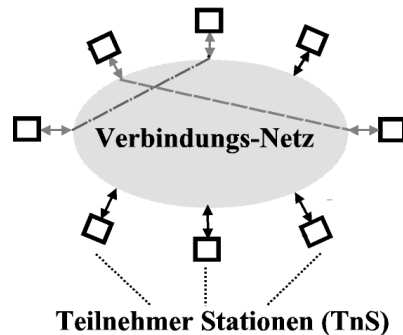


Abb. 1: Telekommunikations-System

Entscheidend für die Ausbreitung der Telekommunikationssysteme war die Idee der Pioniere, **elektrische Signale** in **analoger** oder **digitaler** Form zur Übertragung von Nachrichten zu benutzen und damit erstmalig in der Menschheitsgeschichte die Grundlage für praktisch verzögerungsfreie Kommunikation über beliebige Entfernungen zu schaffen. Dabei ist einsichtig, daß die konkrete Ausgestaltung eines Tk-Systems davon abhängt, welche Art von Nachrichten übertragen werden sollen und in welcher Form die Kommunikation ablaufen soll, kurz, welche **Dienste** dem Nutzer angeboten werden sollen.

Mit zwei klassischen Ausprägungen von Tk-Systemen nach diesem Modell sind wir seit langem wohlvertraut: (1) dem internationalen **Fernsprechnetz** und (2) dem weltweit verbreiteten **Rundfunk und Fernsehsystem**.

Das Fernsprechsysteem (Abb. 2) ist gekennzeichnet durch das **Telefon** als TnStation und durch ein weltumspannendes Leitungsnetz. Dieses ist ausgerüstet mit **Koppelfeldern**, mit denen gleichzeitig eine große Zahl von Verbindungen zwischen beliebigen Teilnehmern hergestellt und gehalten werden können, über die elektrische Sprachsignale in **analoger Form** übertragen werden. Grundlage für die Verbindungsauswahl ist ein internationales System von **Telefonnummern** als Adressen, durch die jeder Teilnehmer eindeutig ge-

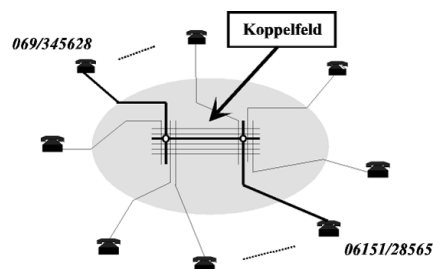


Abb. 2: Fernsprechsysteem

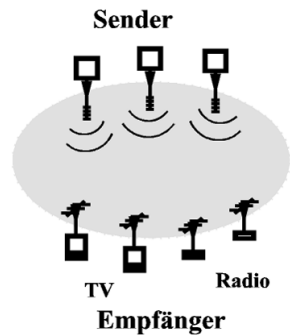


Abb. 3: Rundfunk/Fernsehsystem

kennzeichnet. ist. Der vom System angebotene Dienst besteht in der Hauptsache in der Bereitstellung von **Sprech-** und – seit einiger Zeit – **Faxverbindungen**.

Das Rundfunk und Fernsehsystem (Abb. 3) basiert in unserem Modell auf zwei Arten von Teilnehmerstationen: den **Sendern** und den **Empfängern**. Als Verbindungsnetz zwischen Sender und Empfängern fungieren die von den Sendern ausgestrahlten Funkwellen, neuerdings auch spezielle Kabelnetze. Die bereitgestellten Dienste bestehen in den von den Sendern heute noch in überwiegend **analoger Form** ausgestrahlten **Rundfunk-** und **TV-Programmen**. Die den Sendern zugeordneten **Funkfrequenzen** bilden dabei das **Adresssystem**, über das die Empfänger die einzelnen Sendestationen mit den von ihnen angebotenen Programme anwählen können. Genau genommen gibt es noch zusätzlich ein **Programmversorgungsnetz**, über das die Sender ihre Programme von den Funkhäusern erhalten. Der Übersichtlichkeit halber wurde es aber im Schema der Abb. 3 weggelassen.

Das **Internet** als Neuzugang zu den klassischen Tk-Systemen fügt sich zwanglos und zunächst ganz unspektakulär in unser Modell für Tk-Systeme ein (Abb. 4). Die Teilnehmer-Stationen sind in diesem Falle **Rechner (hosts)** unterschiedlicher Größe und Leistungsfähigkeit vom PC bis zum Großrechner. Die Bezeichnung „host“ suggeriert

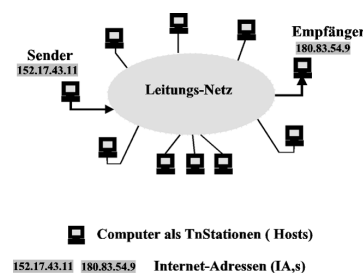


Abb. 4: Das Internet

dabei, daß die TnS des Internet die Stellen im System sind, welche die vielfältigen neuen **Internet Dienste** beherbergen. Verbunden sind sie über ein weltweites **Leitungs-Netz**. Über dieses Netz werden die von den TnS erzeugten Informationen – ganz gleich, ob es sich um Text, Bild oder Ton handelt – ausschließlich **digital codiert** d.h. als **Bitfolgen** übertragen.



Jede TnS des Internet wird weltweit eindeutig durch eine ihm eigene **Internet-Adresse (IA)** gekennzeichnet. Sie besteht nach Abb. 5 aus 4 Zahlen, die jeweils dem Wertebereich zwischen 0 und 255 entnommen sind. Dadurch lässt sich jede dieser Zahlen systemintern auf eine Folge von 8 bit, die gesamte IA mithin auf ein Maschinenwort von $4 \cdot 8 = 32$ Bit abbilden. Da diese Adressen schwer zu merken sind, ist Vorsorge getroffen, daß den IA's alphanumerische **Hostnamen** zugeordnet werden können, die etwas über den Betreiber der TnS aussagen. Diese Hostnamen bestehen aus einer Reihe von einzelnen, weitgehend frei wählbaren, durch Punkte getrennte Teilnamen. Jede Folge von Teilnamen beginnend mit dem rechten Rand

(z.B. „de“, „tu-darmstadt.de“, „e-technik.tu-darmstadt.de“, usw.)

kennzeichnet eine Namensdomäne. Jeder ist ein Namensverwalter zugeordnet, der für Vergabe der links anhängbaren Teilnamen zuständig ist. Die oberste Domäne (z.B. die Landeskennung „de“) wird von der Zentrale in den USA vergeben. Durch dies gestaffelte Vergabesystem wird dafür gesorgt daß Namen nicht doppelt auftreten können. Die Zuordnung der Namen zu den IA's ist in sog. **Nameservern** gespeichert. Dies sind spezielle TnS, die im Internet verstreut als elektronische „Adressbücher“ fungieren und von den übrigen Teilnehmern jederzeit abgefragt werden können.

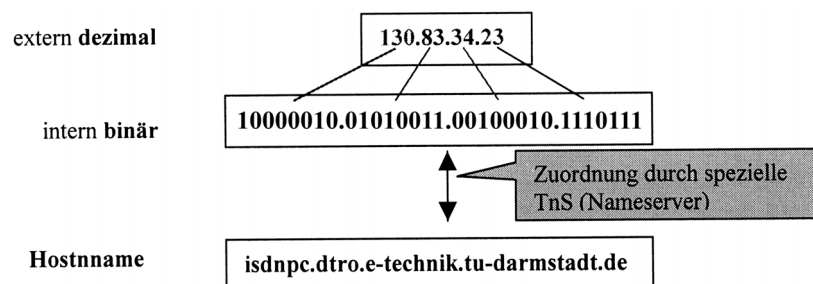


Abb. 5: Internetadressen (Darstellungsformen)

Soviel über die wichtigsten Merkmale des Internet im Rahmen unseres allgemeinen Tk-Systemmodells. Man erkennt, der Grundgedanke ist relativ einfach:

- (1) Zusammenschaltung von Rechnern über ein Leitungsnetz,
- (2) einheitliches, universelles Verfahren zur Adressierung dieser Rechner und für den Datentransport zwischen ihnen.

Er entstand anfang der 70er Jahre in den USA im Bereich der Militärforschung, um den Informationsaustausch zwischen den beteiligten, räumlich getrennten universitären Arbeitsgruppen in Kalifornien zu beschleunigen und damit die Zusammenarbeit an gemeinsamen Projekten zu fördern. Ein wesentliches Ziel war damals noch, die Datenverbindungen so zu gestalten, daß sie auch unter Feindeinwirkung erhalten bleiben.

Wie schon erwähnt, besteht das Erfolgsgeheimnis des Internet in der Frage nach den technisch/organisatorischen Konzepten und Ideen, die aus diesen ersten, relativ bescheidenen Ansätzen heraus in kürzester Zeit zu einem weltumspannenden, der gesamten Weltbevölkerung zugänglichen neuen Tk-System geführt haben. Die Antwort auf diese Frage ist auch deshalb für das Verständnis des Internet so wichtig, weil zur Zeit seiner Entstehung in Form der klassischen Tk-Systeme für Fernsprechen, Rundfunk und Fernsehen weltweit ein mehr als reichhaltiges Angebot an Kommunikationsmöglichkeiten in technisch ausgereifter Form existierte und damit nicht ohne weiteres einzusehen ist, wieso sich dann ein weiteres Kommunikationssystem so erfolgreich durchsetzen konnte.

Die Antwort auf die oben gestellte Frage kann man an sechs Leitideen festmachen, die für die Gestaltung des Internet maßgebend waren. Sie sollen nachfolgend näher betrachtet werden.

3. Leitidee I: Universelle, speicherfähige Teilnehmerstationen

Betrachtet man die klassischen Tk-Systeme, so fällt auf, daß sie mit hochspezialisierten Teilnehmerstationen arbeiten, die technisch auf ganz bestimmte, weitgehend standardisierte Kommunikationsdienste zugeschnitten sind. Im Fernsprechdienst sind es die **Telefone**, ausgelegt und optimiert für den interaktiven Sprechverkehr, bei Rundfunk und Fernsehen die **Radio- und Videogeräte**, eingerichtet ausschließlich für den **Empfang** von Ton und Bewegtbildern ohne Möglichkeit für die inhaltliche Interaktion mit den Sendern.

Des weiteren sind weder ihre TnS noch das sie verbindende Netz in der Lage, übertragene Informationen ganz oder teilweise zu speichern und ohne Eingriffe des Benutzers für nachfolgende Kommunikationsvorgänge zu nutzen. In diesem Sinn sind sie reine Übertragungssysteme, d.h. „gedächtnislos“. Während des Ablaufes und nach Beendigung einer Kommunikation z.B. eines Gespräches oder einer empfangenen Sendung bleibt im System keine Spur der übertragenen Informationen zurück. Der Benutzer muß diese so, wie sie ankommen, unmittelbar aufnehmen und in seinem eigenen Gedächtnis ev. unterstützt durch Hilfswerkzeuge (Bleistift, Papier, Bandaufzeichnung) festhalten, falls er später darauf zurückgreifen möchte.

Im Internet dagegen sind die Teilnehmerstationen handelsübliche, **frei programmierbare Computer**, größtenteils PC's der verschiedensten Hersteller, aber auch größere

professionelle Computer bis hin zu veritablen Großrechnern. Ausgestattet mit Bildschirm, Tastatur, Drucker, CD-ROM Laufwerk und zusätzlich oft mit Lautsprecher, Mikrophon und Videokamera verfügen sie über eine ganz allgemeine multimediale Benutzerschnittstelle. Gerätetechnisch sind sie damit in keiner Weise auf bestimmte Funktionen, insbesondere Kommunikationsformen und -dienste, festgelegt. Neben ihrer Nutzung als Internet TnS können sie auch als **alleinstehende Rechner** für den täglichen Gebrauch vor Ort benutzt werden. Welche Funktionen sie in diesen Bereichen übernehmen wird allein durch **Software**, d.h. durch die Programme bestimmt, die auf ihnen ablaufen. Änderungen und Neuentwicklungen in den Kommunikationsdiensten können auf diese Weise eingeführt werden, weitgehend ohne kostenträchtige Änderungen der Hardware in den vielen Millionen von TnS nach sich zu ziehen. Sie treten vielmehr durch „updates“ vorhandener Softwarepakete oder durch völlig neue in Erscheinung. Diese können rein technisch (wenn auch nicht immer urheberrechtlich) praktisch kostenlos reproduziert werden und auf geeigneten Datenträgern (Disketten, CD-ROM's) oder als „download“ übers Netz den Teilnehmern zugestellt werden und von ihnen ohne Spezialkenntnisse in ihren TnS installiert werden.

Entscheidend aber für das Potential und Wachstum des Internet ist, daß

- seine TnS durch die Verwendung von Computern über **große, frei verwendbare Speicher** in Form von Festplatten und CD-ROM Laufwerken verfügen
- diese TnS über das Verbindungsnetz **Inhalte** ihrer Speicher, bearbeitet oder unbearbeitet, unter Kontrolle ihres Nutzers von einer Teilnehmerstation zu einer anderen **übertragen** können.
- die TnS, wie oben erwähnt, mit einer flexiblen **multimedialen Peripherie** für Text, Bild und Ton ausgestattet werden können.

Im Gegensatz zu den klassischen Tk-Systemen gibt es damit erstmals ein Tk-System mit frei gestaltbarer Benutzeroberfläche und der Fähigkeit, Information praktisch unbegrenzt nach Umfang und Dauer zu speichern und von einem Ort der Welt zum anderen zu transportieren. Die in den TnS gespeicherten Daten bilden in diesem Sinn ein riesiges, **kollektives Gedächtnis** der Internet-Teilnehmer, das sie gemeinsam zur Unterstützung ihrer Arbeit oder zu ihrem Vergnügen, sei es als Anbieter von Informationen oder als deren Konsument nutzen können. Ein wesentliches Element der Internet-Philosophie ist dabei, daß sich jeder neue Teilnehmer gleichberechtigt in diesen Prozeß des Gebens und Nehmens einklinken kann. Welche Informationen im Internet zu finden sind, wird dadurch im wesentlichen durch Angebot und Nachfrage, also durch die Gesetze des freien Marktes, bestimmt und nicht etwa durch staatliche oder privatwirtschaftliche Monopole von Internetbetreibern.

In welcher Größenordnung das Potential zur Speicherung dieses kollektiven Gedächtnisses liegt, kann man abschätzen, wenn man die Festplattenkapazität aller derzeit 600 Millionen Internet-Teilnehmer zusammenzählt. Auch wenn nur 20% dieser Kapazität für Internetanwendungen genutzt wird, ergibt dies eine gewaltige Menge an Information.

Angenommen 1 Gigabyte (1000 Mio Byte) je Festsplatte werden genutzt, so erhält man 600 Mio Gigabyte. Dies entspricht, falls zur Speicherung von Text verwendet, 750 Mil-

liarden Büchern mit je 1600 Zeichen je Seite und 500 Seiten pro Buch. Die größte Bibliothek der Welt, die Library of Congress der USA, umfaßt ca. 17 Mio Bücher. Damit könnte der kollektive Speicher des Internet etwa 45000 mal diese Bibliothek aufnehmen. Man darf annehmen, daß damit ein wesentlicher Teil, wenn nicht sogar das gesamte öffentliche Weltwissen darin Platz fände. Man muß sich dabei allerdings vor Augen halten, daß dieses Wissen nicht nur in Textform vorliegt, sondern auch in Form von Graphiken, Bildern und Tönen, die u.U. viel mehr Speicherkapazität je Einheit (Gemälde, Konzertstück etc) verbrauchen. So benötigt eine Bildseite in einem Buch in etwa 100 mal mehr Bytes als eine Seite Text. Aber auch mit dieser Einschränkung ist das Speicherpotential des Internet immer noch riesig, besonders wenn man die Kapazität von CD-ROM's in den TnS mitberücksichtigt.

Die Vorstellung, daß das dort gespeicherte Wissen über das Internet potentiell von jedermann auf Knopfdruck in Sekundenschnelle – unabhängig vom Ort, wo es aufbewahrt wird – abgerufen werden kann, hat die Phantasie vieler Kulturphilosophen unserer Zeit beflügelt. Sie sehen im Internet die Basis für eine neue gesellschaftliche Revolution: den Übergang der Informationsgesellschaft zur **globalen Wissensgesellschaft**. Ihr Argument ist: wenn in Zukunft jede neue Erkenntnis ins Internet „gestellt“ wird und damit weltweit für jeden verfügbar ist, wird das erheblich zu Beschleunigung des Wachstums menschlichen Wissens beitragen. Der Einzelne wird damit mehr als bisher zur Wahrung seiner beruflichen und persönlichen Chancen Gewicht darauf legen müssen, über Einrichtungen, wie das Internet, mit seinem Wissen auf der Höhe der Zeit zu bleiben und Wissen als eine besonders wichtige Ressource für die Gestaltung seines Lebens zu begreifen.

Diese Thesen scheinen heute weitgehend von der Allgemeinheit akzeptiert zu sein und sind schon in erstaunlichem Maße in die Konzepte von Wirtschaft und Politik für die Weiterentwicklung von Bildung und Ausbildung eingeflossen. Sie haben ganz wesentlich zur Popularität des Internet beigetragen und dazu geführt, daß derzeit das im Internet gespeicherte Datenvolumen alle hundert Tage um das Doppelte wächst. Dabei profitiert das Internet natürlich auch von den enormen Fortschritten im Preis/Leistungsverhältnis der Rechnertechnologie, aufgrund derer heute im Jahr 2001 eine 8 Gigabyte Festplatte schon für ein paar hundert Mark zu haben ist.

Der Umgang mit dem riesigen kollektiven Speicher des Internet hat aber auch seine Tücken. Jeder, der heute im Internet „surft“, weiß, wie schwer es ist, die Spreu vom Weizen zu trennen d.h. in der Masse des Gespeicherten die Informationen zu finden, die man sucht. Diese Aufgabe gleicht oft der Suche nach der berühmten Stecknadel im Heuhaufen und verschlingt dann viel Zeit vor dem Bildschirm. Es ist eben ein großer Unterschied zwischen vorhandener und gefundener Information. Eines der wichtigsten Hilfsmittel für den Internetnutzer sind deshalb die sog. **Suchmaschinen**, d.h. Programme die den kollektiven Speicher der Internetgemeinde systematisch nach vorgegebenen Suchbegriffen absuchen. Weiter müssen Vorkehrungen für die **Datensicherheit** getroffen werden, d.h. dafür, daß die Teilnehmer Herr über die Entscheidung bleiben, wer welche Daten bei ihnen abrufen bzw abspeichern darf. Die Unterstützung von **Suche** und **Sicherheit** sind Aufgaben, die noch keineswegs optimal gelöst sind und die Internetgemeinde noch lange beschäftigen werden.

4. Leitidee II: Neuartige hochattraktive Dienste

Ein ganz wichtiger Leitgedanke bei der Entwicklung des Internet war, im Vergleich zu den klassischen Tk-Systemen neue Kommunikationsdienste zu entwickeln, welche die Fähigkeiten eines frei programmierbaren Rechners als Internet-TnS, insbesondere seine Speicherfähigkeit ausschöpfen. Hierbei sind im Laufe der Jahre eine Vielzahl von Diensten entstanden, von denen einige weltweite Verbreitung gefunden haben und täglich millionenfach genutzt werden. Die wohl wichtigsten sind

- Elektronische Post (e-mail)
- Dateitransfer (ftp)
- World Wide Web (www)

Die meisten Internet-Dienste sind nach dem **Client/Server Prinzip** (Abb. 6) aufgebaut. Dabei werden die Dienste so organisiert, daß man zwei Sorten von TnS unterscheiden kann:

- (1) **Server**, die den betreffenden Dienst über das Netz **anbieten**,
- (2) **Clients**, die den Dienst von diesen Servern **anfordern** können.

Wichtig ist bei diesem Verfahren, daß nur der **Server** ständig in Betrieb und mit dem Netz verbunden sein muß. Er „horcht“ am Netz, ob Dienstanforderungen von Clienten eintreffen und reagiert ggf. mit einer Antwort an den anfordernden Clienten. Die **Clients** brauchen dagegen Netzverbindung nur während der Dienstnutzung, indem sie Anforderungen an die gewünschten Server absenden, deren Antwort-Daten übernehmen und sie dann bearbeiten. Aus dieser Zerteilung ergeben sich erhebliche Einsparungen bezüglich der Netznutzungskosten, weil man bei den meisten Diensten davon ausgehen kann, daß eine vergleichsweise geringe Zahl von Servern ausreichen, um potentiell Anforderungen aller Internet Teilnehmer, die mit der entsprechenden Clienten-Software ausgerüstet sind, zu bearbeiten. Das Client/Serverprinzip trägt damit wesentlich zur Effizienz des Internet bei.

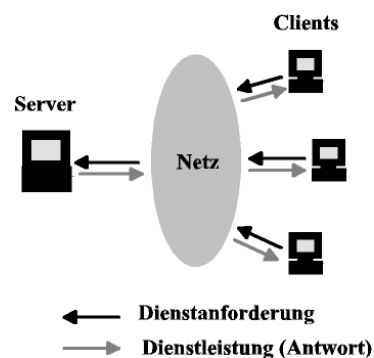


Abb. 6 Client/Server Prinzip

Ein typisches Beispiel für die konsequente Anwendung des Client/Server Prinzips ist der

– **E-Mail-Dienst**

Aufgabe der Server-Software ist hier

a) bei ankommender Post

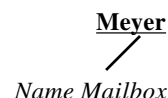
- für jeden angeschlossenen Clienten die Verwaltung eines elektronischem „Briefkastens“ auf der Festplatte
- auf Anforderung eines Clienten Zustellung (download) des Briefkasteninhaltes

(b) bei abgehender Post

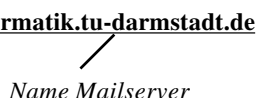
- Entgegennahme von Absendeaufträgen ihrer Clienten und Versand an die angegebenen E-Mail-Adressen der Empfänger

Die E-Mail Adressen sind dabei bekanntlich wie folgt aufgebaut

Meyer@informatik.tu-darmstadt.de



Name Mailbox



Name Mailserver

Aufgaben der Client Software ist

- Unterstützung des Benutzers am Bildschirm bei Erstellung, Adressierung, Absenden, Empfang, Ablage der Postsendung u.a. durch
- Briefformat Vorlagen, automatische Adressierung anhand gespeichertem E-Mail-Adressbuch, automatisierte Ablage durch lokale Speicherung der empfangenen und abgesandten Briefe.

Ein weiteres wesentliches Prinzip zur Gestaltung von Internet Diensten ist das

– **Hypertext-Konzept**

Diese Erfindung von Tim Berners Lee (CERN) ist die Grundlage des von ihm entwickelten **WorldWideWeb (www)**-Dienstes. Dieser ist inzwischen zu **dem** Motor für Wachstum und weltweite Verbreitung des Internet geworden und hat viel zur Vorstellung einer globalen Wissensgesellschaft beigetragen. Das hat zwei Gründe: (1) Er verwirklicht den Gedanken vom Internet als einem **offenen, weltweit verteilten Speichersystem** für Informationen aller Art in multimedialer Form (Text, Graphik, Bild, Ton), (2) er vermittelt einen bequemen und einsichtigen **Zugriff durch inhaltsbezogene Verkettung** der gespeicherten Informationen.

Zu diesem Zweck wird Information im WWW als **Hypertext** gespeichert (Abb. 7). Dies ist konzeptionell eine Erweiterung von **linearem Text** (Abb. 8) bestehend aus **Seiten (pages)**, die in einer festen Reihenfolge gespeichert sind und gelesen werden, etwa wie in einem Buch oder in aufeinanderfolgenden Speicherplätzen eines Rechners.

Hypertext dagegen besteht aus Seiten, die an beliebigen Stellen des kollektiven Internet-Speichers gespeichert sein können. Die Seiten eines Hypertextes können sich zwar im Extremfall auf der Festplatte einer einzigen TnS befinden. Im Allgemeinen werden sie aber auf mehrere TnS des Internet verteilt sein u.U. weltweit auf viele Tausende.

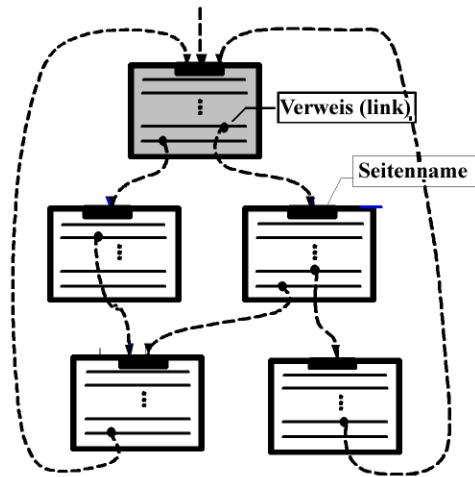


Abb. 7: Hypertext

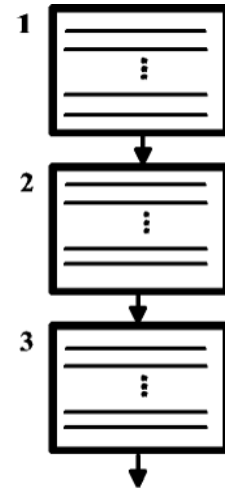


Abb. 8: Linearer Text

Entscheidend ist dabei, daß der inhaltliche Zusammenhang zwischen den verstreuten Seiten von Hypertext durch **Verweise (links)** hergestellt werden kann. Dem Benutzer erscheinen die von einer Seite ausgehenden Verweise als besonders **markierte, anklickbare Stellen**, z.B. unterstrichene Stichworte. Ihnen ist unsichtbar die Adresse der jeweiligen Zielseite unterlegt. Diese Seitenadressen werden im WWW in einem einheitlichen Format als **URL (Universal Resource Locator)** angegeben z.B.

<http://www.tu-darmstadt.de/city/map.html>

Name www Server Dateiname der Seite

Beim Anklicken der Verweise wird dann mit Hilfe der unterlegten URL die entsprechende Seite über das Netz in die eigene TnS geholt. Durch dieses Verfahren ist der Benutzer der Notwendigkeit enthoben, sich die u.U. sehr komplizierten URL's der Seiten zu merken, die er sehen will. Insgesamt bilden die Seiten der im Internet gespeicherten Hypertexte durch die wechselseitigen Verkettungen ein weltweites Datengewebe eben ein „World Wide Web“.

Ein weiteres Merkmal des WWW ist, daß der Benutzer ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit beim Entwurf der Seiten hat, das weit über Niederschreiben von Text mit Hilfe eines gewöhnlichen Textverarbeitungssystem hinausgeht. Man hat vielmehr nahezu unbegrenzte Möglichkeiten das Seitenlayout mit Graphiken, bewegten und unbewegten Bildern und ein- und ausschaltbaren akustischen Objekten anzureichern. Hierbei besteht aber die Gefahr, daß eine Seite unverhältnismäßig viel Speicherplatz und Übertragungszeit braucht,

Zwei Kollegen vom Institut für Datentechnik

Prof.Dr.Dr.h.c.mult. Manfred Glesner

room: 49/211
phone: (+49)6151/16-5136
fax: (+49)6151/16-4936
e-mail:
glesner@mes.tu-darmstadt.de

Mitarbeiter/Projekte



Prof. Dr.-Ing. Ralf Steinmetz

room: 48/346A
phone: (+49)6151/16-6151
fax: (+49)6151/16-6152
e-mail:
Steinmetz@KOM-tu-darmstadt.de

Mitarbeiter/Projekte



Abb. 9: Einfaches Beispiel einer Webseite

z.B. wenn man den Inhalt bildpunktweise darstellen würde. Um dem vorzubeugen wurde die Sprache **HTML (Hypertext Mark Up Language)** erfunden. Mit ihrer Hilfe kann der Entwerfer einer Seite die Anreicherungselemente durch Einstreuung („mark up“) von speziell durch „<“ und „>“ gekennzeichneten Textkommandos von HTML festlegen. Diese Kommandos betreffen Farben, Standardgraphiken, Schrifttypen, Referenzen auf Bilddateien und die Positionierung der Bilder, Verweisadressen u.v.a.m. Dies führt zu einer drastischen Einsparung der benötigten Datenmenge und reduziert i.a. die Arbeitszeit für die Abb. 9 Einfaches Beispiel einer Webseite Erstellung eines Seiten-Layout erheblich. Abb. 9 zeigt ein ganz einfaches Beispiel für eine Webseite aus Benutzersicht, Abb.10 den ersten Teil der zugehörigen HTML Darstellung.

Die **Software für den WWW-Dienst** ist, wie beim E-Mail Dienst, ebenfalls nach dem Client/Server Prinzip organisiert.

Die Client-Software des WWW umfaßt dabei wenigstens zwei Komponenten:

- a) einen **Browser (Blätterer)**
für Aufruf und Anzeige von Webseiten durch **direkte Angabe der Seitenadresse (URL)** oder durch **Anklicken von Verweisen (surfen)**
- b) einen **Composer**
zur Unterstützung des Klienten beim **Entwurf von Webseiten** i.a. durch HTML Editoren.

```

<html>
<head>
  <title>Webseite HTML Form</title>
</head>

<body>
<center>
  <h1>Zwei Kollegen vom<br>Institut f&uuml;r Datentechnik</h1>
</center>

<center>
<table WIDTH="59%" >
<tr>
<td><b><font size=+2>Prof.Dr.Dr.h.c.mult.<br>
      Manfred </font></b>

<p><font size=+1>
      room: 49/211<br>
      phone: (+49)6151/16-5136<br>
      fax: (+49)6151/16-4936<br>
      e-mail:glesner@mes.tu-darmstadt.de </font>

<p><a href="URL1">Mitarbeiter/Projekte</a></td>

<td>  </td>
</tr>

```

Verweis

Bildaufruf

Abb.10: Das Beispiel (obere Hälfte) als HTML-Text: grau die HTML-Kommandos, schwarz sichtbarer Text.

Die Server Software übernimmt ebenfalls mindestens zwei Funktionen:

- (a) **Heraufladen (Upload)**
d.h. die Übernahme, Speicherung und Verwaltung neu entworfener Seiten von Clienten, die als Autoren bzw Inhaltsanbieter angemeldet sind.
- (b) **Herunterladen (Download)**
d.h. auf Anforderung des Browsers eines Clienten den Versand gespeicherter Seiten über das Netz an die Auftraggeber

5. Leitidee III: Die TCP Datentransport-Schnittstelle

Eine weitere Idee von zentraler Bedeutung für die Verbreitung des Internet ist,

- (1) die in den TnS gespeicherte Internetsoftware in **Dienstprogramme** und **Datentransportprogramme** aufzuteilen und
- (2) durch eine weltweit einheitlichen **Software-Schnittstelle** genannt TCP (**TransportControlProgramm**) zu verbinden. (Abb. 11)

TCP spezifiziert einige wenige Standardprozeduren zum Auf- und Abbau von Verbindungen zu entfernten TnS und zum Senden und Empfangen von Daten über diese Verbindungen. Diese Prozeduren werden den Programmierern der Dienstprogramme von der Datentransportsoftware zur Verfügung gestellt, damit sie auf einfache und im ganzen

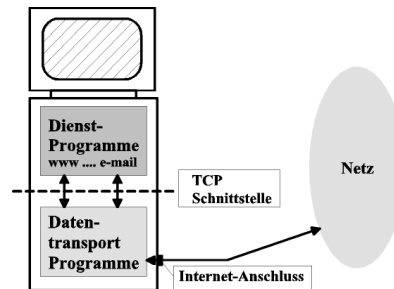


Abb. 11 Die TCP Schnittstelle

Internet einheitliche Art und Weise ihren Datenverkehr über das Netz abwickeln können, ohne sich über die Einzelheiten der Transporttechnik kümmern zu müssen.

Dieser Ansatz hat die Ausbreitung und die Weiterentwicklung des Internet enorm gefördert und zwar aus folgenden Gründen:

- (1) er erlaubt die Weiterentwicklung von Internet-Diensten **unabhängig** von der jeweiligen Ausgestaltung und technischen Fortentwicklung des Datentransportnetzes
- (2) er ermöglicht umgekehrt Veränderung, Erweiterung und Verbesserung des Datentransportnetzes **ohne die Funktion laufender Dienste zu gefährden**
- (3) er ist zur Basis für zwei weitgehend unabhängige Formen unternehmerischer Tätigkeit im Internet geworden, nämlich dem **Dienst- und Inhaltsanbieter** und dem **Netzbetreiber und Zugangsanbieter** und damit für die Entwicklung einer arbeitsteiligen **Internetindustrie**.

6. Leitidee IV: Paketweiser Datentransport

Im Gegensatz zu den klassischen Tk-Systemen sind die von den einzelnen TnS des Internet erzeugten Datenströme, die über das Netz transportiert werden müssen, hinsichtlich Zeitpunkt ihres Beginns meist unvorhersehbar und hinsichtlich Geschwindigkeit, Gleichmäßigkeit, und Dauer äusserst – oft um Größenordnungen – verschieden. Geschwindigkeiten reichen von wenigen Zeichen/sec bis zu Megabits/sec u.U. mit sekundenlangen Pausen, die zu transportierenden Mengen von einigen Byte bis zu mehreren Megabyte.

Eine der Hauptaufgaben der Internetentwickler war, für einen derart inhomogenen Datenverkehr eine Netzstruktur und einen Datentransportmodus zu finden, der bei gegebenen Investitionen in die Netzressourcen eine möglichst geringe Laufzeit für die einzelne Datensendung und einen möglichst hohen Gesamtdurchsatz liefert. Um dieser Aufgabe optimal gerecht zu werden, wurde das Datentransportnetz des Internet als **Paketvermittlungssystem** ausgebildet. In einem solchen System besteht das Leitungsnetz aus einzelnen Teilstrecken mit speziellen Rechnern als speicherfähige **Vermittlungsstationen (VmS, engl. Router)** in den Knotenpunkten. (Abb. 12). Die in den sendenden TnS aufgegebenen Daten-

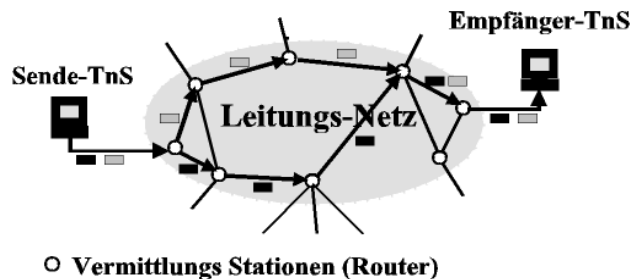


Abb. 12: Paketvermittlungs-System

sendungen werden vor Einspeisung ins Netz in kleine **Datenpakete (Packets)** aufgeteilt, die dann als autonome Einheiten von den VmS auf u.U. verschiedenen Pfaden vom Sender zum Empfänger geleitet werden. Solche Pakete (Abb. 13) haben, je nachdem von welchem Dienst und in welchem Zusammenhang sie von ihm erzeugt werden, eine Grösse von einigen hundert bis tausend Bytes. Im Paketkopf finden sich alle Angaben, welche die durchlaufenen VmS brauchen, um geeignete Teilstrecken auszuwählen, und die dem Empfänger erlauben, die zu einer Sendung gehörigen Pakete wieder in der richtigen Reihenfolge aufzusammeln, dem richtigen Dienstprogramm zuzuordnen und eine Empfangsbestätigung an den Sender zu übermitteln. Dazu gehören die IA des Empfängers und des Senders, die laufende Nr innerhalb der Sendung und die Inhalts- bzw. Dienstkennung.

Aufgabe der VmS ist, von den Leitungen, an die sie angeschlossen ist, einlaufende Pakete aufzunehmen, zwischenspeichern, und zum richtigen Zeitpunkt über eine dem Ziel entsprechenden freie Leitung weiterzugeben (**Store&Forward Prinzip**). Diese Funktionen übernehmen die in den VmS gespeicherten u.U. sehr komplexe **Routing- (Durchleitungs- und Wegesuch-) Programme**.

Unter anderem, um diese Software unabhängig von den technisch/physikalischen Eigenschaften der angeschlossenen Leitungen zu machen, wurde schon sehr frühzeitig eine netzweit einheitliche **Paketschnittstelle IP** zwischen der Routing-Software und Leitungstreiber-Software eingeführt (Abb. 14). Diese spezifiziert ein einheitliches Paketformat und

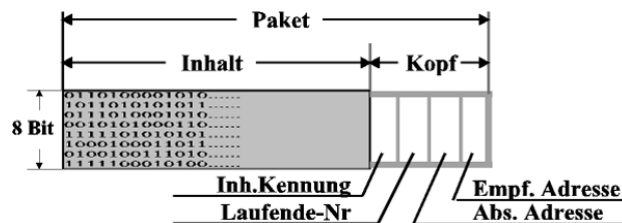


Abb.13: Paketformat

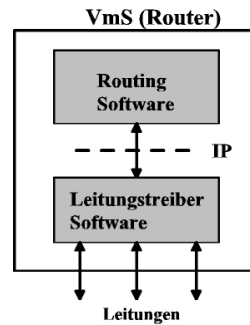


Abb.14: Paketschnittstelle IP einheitliches Paketformat und Standardprozeduren

Standardprozeduren zum Senden und Empfangen solcher Pakete. Damit kann existierende Routing-Software in allen VmS des Internet verwendet werden unabhängig davon, welche Art von Leitungen diese bedienen.

Wesentlich ist in einem Paketvermittlungs-System die Art, wie beim Durchleiten der Pakete der Datenspeicher der VmS genutzt wird. Alle über die Eingangsleitungen einer VmS eintreffenden Pakete werden in einem Eingangspuffer zunächst abgelegt. Sobald eine abgehende Leitung frei ist, die zur Empfängeradresse eines der wartenden Pakete passt, wird das entsprechende Paket über diese Leitung weitergeschickt. Dieses Prinzip gibt den VmS große Freiheit die Weiterleitung so zu gestalten, daß Pakete möglichst früh weitergegeben werden und die abgehenden Leitungen optimal ausgenutzt werden: Durch die Aufteilung der Datensendungen in Pakete brauchen die VmS mit der Weiterleitung nicht zu warten, bis jeweils die ganze Sendung eingetroffen ist. Sie können vielmehr schon früher damit beginnen, meist schon, sobald das erste Paket da ist. Dies verkürzt die Laufzeit der Sendung durch das Netz i. a. erheblich. Abb. 15 veranschaulicht dies am Beispiel einer Sendung, die drei aufeinanderfolgende Teilstrecken zu durchlaufen hat.

Beispiel: Sendung mit 5 Paketen, 3 Teilstrecken

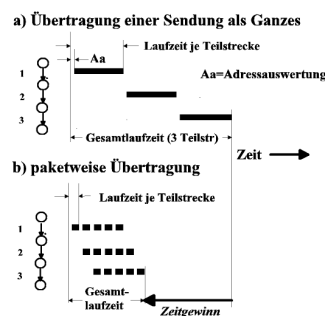


Abb. 15: Laufzeitverkürzung durch Paket-Vermittlung

Ist darüberhinaus eine abgehende Leitung deutlich schneller als die Eingangsleitungen, kann die VmS die Wartezeit bis zum Eintreffen des nächsten Pakets dazu nutzen, ein wartendes Paket aus einer anderen Sendung auf derselben Ausgangsleitung Sendungen erschachtelt auf ihr zu transportieren und damit ebenfalls zur Laufzeitverkürzung und zur besseren Ausnutzung der Leitungen beitragen.

All dies hat dazu geführt, daß der Datentransport des Internet beinahe konkurrenzlos schnell und kostengünstig ist, und hat damit zu dessen Gesamterfolg wesentlich beigetragen.

7. Leitidee V: Das Teilnetzkonzept

Der Kern dieses Konzeptes ist die Idee, das Internet aus **verkoppelten Teilnetzen** aufzubauen (Abb. 16) d.h. als ein „Netz von Netzen“. Dieser Eigenschaft verdankt das „Internet“ seinen Namen. Spezielle Rechner sog. **Koppelstationen (Gateways)** dienen als Koppelpunkte. Jede Koppelstation hat die Aufgabe, zwei oder mehrere Teilnetze direkt zu verbinden. Die direkte Verbindung zweier Teilnetze wird durch genau einen Koppelpunkt bewerkstelligt. Beim Zusammenschluß der Teilnetze wird auf volle Konnektivität geachtet, d.h. daß stets alle Teilnetze direkt oder indirekt verkoppelt sind, m.a.W. daß das Internet nicht in getrennte Teile zerfällt und damit jede TnS von allen anderen TnS des Internet erreichbar ist.

Die Paketübergabe von einem Teilnetz ins andere an den Koppelpunkten ist durch die oben behandelte, der TCP Schnittstelle untergeordnete Pakettransport-Schnittstelle **IP** weltweit einheitlich geregelt. Für jedes Teilnetz ist ein **Netzbetreiber** verantwortlich. Ihm

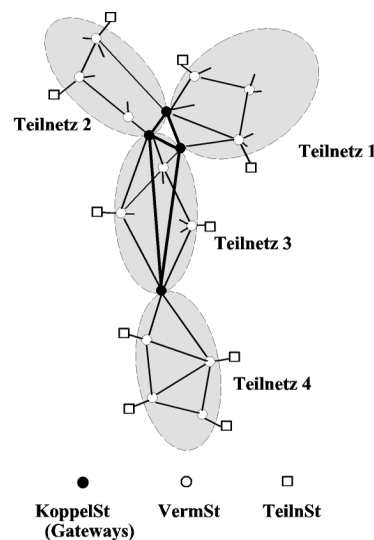


Abb.16: Teilnetzkonzept

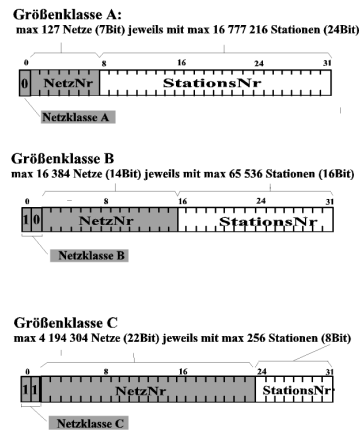


Abb.17 Adressformate Teilnetze der ersten Ebene

wird bei der Einrichtung eines neuen Teilnetzes ein ganz bestimmter zusammenhängender **Adressbereich** von der für ihn zuständigen Internet-Adressverwaltung zugeordnet.

Aufgabe des Netzbetreibers ist dann

- (1) seinen Endteilnehmern oder Unternetzbetreibern Adressen aus dem ihm zugewiesenen Bereich zuzuteilen
- (2) den Betrieb und die Verwaltung der technischen Einrichtungen seines Teilnetzes zu besorgen.

Teilnetze, die ihre Adressbereiche von der zentralen Adressvergabestelle in den USA erhalten, heißen Teilnetze der **ersten Ebene**. Bei ihnen werden drei **Größenklassen A, B, C** unterschieden (Abb. 17), um den unterschiedlichen Bedürfnissen der Betreiber dieser Netze der Ebene 1 einigermaßen Rechnung tragen zu können. Zu diesem Zweck werden die 32 Bit einer Internetadresse in zwei, je nach Größenklasse unterschiedlich lange Abschnitte unterteilt. Der linke Teil enthält die **Netznummer**, der rechte die **Stationsnummer**. Durch Zuteilung einer **NetzNr** aus einer dieser drei Klassen ist der Adressbereich eines Teilnetzes der ersten Ebene festgelegt. Er reicht von 256 **Stationsnummern** in Klasse C bis zu ca. 16mio in Klasse A. Innerhalb dieser Bereiche ist der Betreiber bei der Zuteilung **einzelner Nummern an Endnutzer** oder von **Teilbereichen an Betreiber von Unternetzen** weitgehend autonom.

Eine Sonderform von Teilnetzen sind **Stammnetze (Backbones)** (Abb.18). Sie dienen zur Bündelung des Paketverkehrs vornehmlich für die Überbrückung größerer Entfernungen mit schnellen Datenverbindungen z.B. Glasfaserleitungen. Diese „Datenautobahnen“ enthalten in ihren Knoten im wesentlichen nur Koppelstationen. Diese dienen als Andockpunkte für lokale Teilnehmernetze, an welche die TnS der Endnutzer angeschlossen sind, oder aber für benachbarte andere Stammnetze.

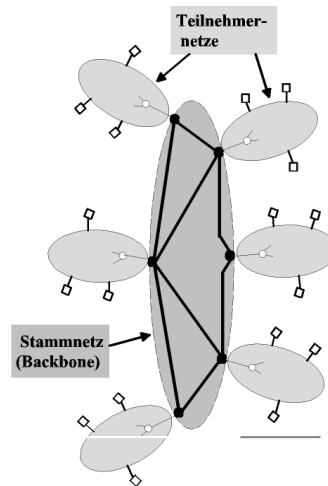


Abb. 18: Stammmetze (Backbones)

Die große Bedeutung des Teilnetz-Konzeptes für die Verbreitung des Internets ist darin zu suchen, daß es die technische Grundlage für einen **offenen Markt** von weitgehend autonomen untereinander im Wettbewerb stehenden Netzbetreibern ist.

Grundsätzlich kann sich damit jedermann am Ausbau des Internet beteiligen. Voraussetzung ist lediglich, daß ihm ein Adressbereich zugeteilt ist, daß er einen Koppelpunkt in einem vorhandenen Internet findet, an den er sich anschließen kann, und daß er sich bei dessen Nutzung an das Internet Paketübergabeprotokoll IP hält. **Seine** Sache ist es, sicherzustellen, daß sich Einrichtung und Betrieb des neuen Teilnetzes rechnet, insbesondere daß er genügend Kunden findet, welche die von ihm angebotenen Anschlüsse gegen Entgelt nutzen wollen. Derzeit sind Tausende derartige Netzbetreiber im Internet auf eigene Rechnung tätig. Auf diese Weise bleibt die Versorgung mit Internetanschlüssen weltweit dem **freiem Spiel von Angebot und Nachfrage** überlassen, insbesondere keinem Monopol oder einer zentralen Organisation.

8. Leitidee VI: Das Organisationsprinzip

Das Organisationsprinzip des Internet-Systems läßt sich durch zwei Begriffe kennzeichnen: **(1) Offenheit, (2) Selbstorganisation**. Mit ihnen kommt die Überzeugung der Gründerväter zum Ausdruck, (1) das Internet nicht als zentralisiertes kommerzielles Unternehmen, sondern als ein dem Wohl der Weltgemeinschaft verpflichtetes Unterfangen aufzufassen, an dem jedermann die Möglichkeit hat sich zu beteiligen, und (2) daß diese Mitwirkung so organisiert werden muß, daß sich daraus eine weitgehend selbsttätige, d.h. den Marktkräften überlassene Anpassung und Weiterentwicklung des Internet Systems an neue Bedürfnisse, Aufgaben und technische Entwicklungen ergibt.

Entsprechend dieser Internet-Philosophie besteht das Internet-„System“ als Objekt aller Organisationsbemühungen aus

- 1) den technischen Einrichtungen in Hard- und Software
- 2) der **Internet Gemeinschaft (Internet Community)**, d.h. den Menschen, die diese Einrichtungen entwickeln, betreiben und nutzen.

Die Mitglieder der Internet Gemeinschaft sind im wesentlichen die

- Komponenten-Hersteller (Hard- u. Software)
- Netzbetreiber
- Dienst- und Inhaltsanbieter (u.a. Betreiber von Servern)
- Endnutzer (i.a. Clients)
- Arbeitsgruppen und Servicestellen der Internetverwaltung

Das Prinzip der **Offenheit** beinhaltet, wie schon angedeutet, daß alle Formen der Beteiligung am Internet-System, sei es als Entwickler, Betreiber oder Nutzer, und damit die Mitgliedschaft in der Internet Community grundsätzlich jedermann offen stehen. Dazu gehört auch, daß alle Informationen, die für eine sinnvolle Beteiligung nötig sind, etwa technische Spezifikationen, Betriebsregeln, Standards u.ä, allgemein zugänglich (public domain) sind. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang das einzigartige Internet System der **REQUESTS FOR COMMENT (RFC)**. Dies ist eine Sammlung von weit über Tausend Dokumenten, die zu jedem Zeitpunkt alle wichtigen Informationen über die Technik und Organisation des Internet enthält und zu der jeder, wie schon der Name sagt, beitragen bzw. sich äussern kann. Welchen Status ein RFC letztendlich erhält (Vorschlag, halbamtlich, amtlich, Standard) entscheidet die Internetverwaltung als Organ der Internetgemeinde.

Das Prinzip der **Selbstorganisation** beinhaltet, daß die Architektur des Internets (z.B. Schnittstellen, Teilnetzkonzept) so gestaltet ist, daß alle für den Endnutzer wesentlichen Eigenschaften des Internet (erhältliche Hard- und Software, Netzausbau, angebotene Dienste, Inhalte) **dem freien Spiel der Kräfte** von Angebot und Nachfrage zwischen den Mitgliedern der Internet Community überlassen bleiben kann.

Selbstorganisation in diesem Sinne funktioniert aber nur, wenn für alle Beteiligten, d.h. die Mitglieder der Internetgemeinde, allgemein verbindliche **Spielregeln** gelten, die eingehalten werden müssen, damit trotz dieser Freiheiten stets der Zusammenhalt des Netzes und seine Funktionsfähigkeit erhalten bleibt. Diese Spielregeln bilden die **Infrastruktur des Internet**. Sie umfasst derzeit vier Sektoren:

- (1) **Standards** bezüglich Schnittstellen, Formate und Übertragungsprotokolle (z.B. TCP/IP, Paketformate)
- (2) **Adressvergabe** durch eine zentrale Registratur in den USA und drei regionale: ARIN (Amerikas), RIPE (Europa), APNIC (Pacific)
- (3) Einführung, Verwaltung und Benutzung von **Namen** und der dazugehörigen **Name-Server**
- (4) Festlegung von **Kennwerten**, mit deren Hilfe die Paketbearbeitung in den TnS und VmS Netzknoten auf bestimmte Anwendungen und Transportmodi (z.B. Kennziffern für Standarddienste wie E-Mail, WWW usw.) eingestellt werden kann.

Die Internetverwaltung besteht aus zwei Gesellschaften, die sich um die Infrastruktur kümmern, nämlich die

- **Internet Society (ISOC)**
- **Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN)**

Sie sind entsprechend der oben skizzierten Internet-Philosophie als **gemeinnützige (non profit)**, den Interessen der Internet-Gemeinde verpflichtete (**public benefit**) Organisationen verfaßt. In ihren Satzungen wird dieser Verpflichtung dadurch Rechnung getragen, daß alle leitenden Funktions- und Verantwortungsträger bottom up d.h. demokratisch von Mitgliedern aus allen Bereichen der Internet Gemeinde über offene Kandidatenlisten gewählt werden und ihre Tätigkeit ehrenamtlich ausüben.

Die **ISOC** ist eine Fachgesellschaft (professional society) in einer Rechtsform, die etwa unserem e.V. entspricht. Sie hat derzeit etwa 8000 persönliche und 200 institutionelle Mitglieder. Jede professionell ausgewiesene Person (z.B. Besitzer eines Internetanschlusses mit e-mail Adresse) kann Mitglied werden. Laut Charter ist der Vereinszweck: „... **to assure the open development, evolution and use of the Internet to the benefit of all people throughout the world**“.

Neben der Veranstaltung von Internet Fachtagungen und der Herausgabe von Zeitschriften ist der Arbeitsschwerpunkt der ISOC die Entwicklung der **Internet-Standards**. Hauptorgan für letztere Aufgabe ist die Internet **Engineering Taskforce (IETF)** der ISOC. Diese ist die Kerntuppe, in der die technischen Randbedingungen für das gesamte Internet koordiniert und weiterentwickelt werden. Sie umfaßt ca. 1000 freiwillige, über die ganze Welt verstreute Mitglieder, die verteilt auf 114 Arbeitsgruppen in 8 Arbeitsgebieten die anstehenden Themen bearbeiten. Die Zusammenarbeit läuft im wesentlichen über **e-mail**. Nur in größeren Abständen finden Arbeitssitzungen und andere persönliche Zusammenkünfte statt. Das Arbeitsergebnis der IETF wird in Form von RFC's (**Requests for Comments**) dokumentiert und allgemein zugänglich gemacht.

ICANN übernimmt die Sektoren 2),3) und 4) der Infrastrukturverwaltung, also die Aufstellung und Überwachung der Regeln für **Adressvergabe, Namensverwaltung und Kennwertfestlegung**. ICANN versteht sich als Dienstleistungsbetrieb für die Internet Gemeinde. Sie ist eine gemeinnützige Gesellschaft öffentlichen Rechts (public non-profit corporation) mit Sitz in Kalifornien.

Die bei den laufenden Verwaltungsarbeiten entstehenden Kosten, insbesondere für fest angestelltes Personal, werden durch Gebühren gedeckt, die von den Nutzern von ICANN erhoben werden. Diese sind u.a. lokale Adressregistraturen, die Verwalter der obersten Namens-Domänen, Netzbetreiber, Dienstanbieter, Protokollstandard-Organisationen. Der Vorstand ist 14 köpfig und ehrenamtlich tätig. 9 Sitze werden durch die Nutzer besetzt, die übrigen 5 durch Wahlen im Bereich der Internet-Gemeinde insgesamt (at large). Die Besetzungsregeln sichern breite geographische und funktionelle Streuung. Wie durchschlagend das bei den Wahlen praktizierte Verfahren der offenen Kandidatenlisten funktionieren kann, zeigten dabei die Wahlen 2000. Hier setzte sich als zentraleuropäischer Vertreter der von einer genügenden Zahl von Einzelmitgliedern nominierte Andy Müller-Maguhn, ehemals vom Chaos Computer Club, zur Überraschung aller durch gegen den vom Vorstand nominierten Kandidaten von der deutschen Telekom.

9. Zusammenfassung, Ausblick

Ziel der Betrachtung war, zu zeigen, daß schon wenige im Internet steckende technische und organisatorische Leitideen genügen, um dessen großen Erfolg zu erklären, obwohl sich sicherlich noch weitere Ideen finden ließen, die zu diesem beigetragen haben. Die Darstellung ist primär für den Nichtfachmann gedacht. Deshalb wurden dabei die Verhältnisse zum Teil stark vereinfacht behandelt, neuere Entwicklungen z.B. bei der Adressierung von Teilnetzen nicht berücksichtigt und so weit wie möglich keine unerklärten Fachbegriffe benutzt.

Insgesamt laufen die behandelten sechs Leitideen darauf hinaus, einen technisch/organisatorischen Rahmen für ein neues Telekommunikationssystem abzustecken, mit dem das Potential von frei programmierbaren Rechnern als Teilnehmerstationen – insbesondere ihre Speicherfähigkeit – dazu benutzt wird, um dem Publikum weltweit und marktgesteuert hochattraktive neue Kommunikationsdienste zur Verfügung zu stellen.

Die Weiterentwicklung des Internet ist – sowohl was die Verbreitung als auch die angebotenen Dienst betrifft – noch in vollem Gange. Ihr Ende ist noch nicht abzusehen. Anzunehmen ist, daß bald schon eine Milliarde Menschen Zugang zu ihm haben werden. Was die Dienste betrifft, so liegt, neben anderen, ein Schwerpunkt der Entwicklung derzeit auf der **Abwicklung von Geschäften über das Internet (E-Commerce)** und der Absicherung dieser Geschäfte durch elektronische Signaturen und Verschlüsselungen. Eine weiterer ist die **Integration klassischer Tk-Dienste** wie Telefonieren, insbesondere in mobiler Form, und Fernsehen in das Internet. Ob sich das bzw. wieviel davon sich durchsetzen wird, muß die Zukunft weisen.

Prof. Dr.-Ing. Robert Piloty
Am Steinern Kreuz 19
D-64297 Darmstadt
e-mail: piloty@otr.e-technik.tu-darmstadt.de